

Peningkatan Imunitas Tanah melalui Suplay Biofarm sebagai Upaya Menjaga Kesehatan Tanah

Nugroho Widiasmadi

Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim, Indonesia

Email: nugrohowidiasmadi@unwahas.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk Menguji Kemampuan Biofarm pada lapisan tanah dalam mendistribusikan unsur hara dan memulihkan kesehatan dan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk dan pestisida kimia. Melalui aktivitas mikroba yang dikendalikan dengan cara menyebar melalui biohole horizontal, melalui mikrokontroler penelitian ini mengamati dalam periode waktu terhadap perubahan : kemasaman tanah, laju infiltrasi, tingkat konduktivitas elektrolit dan tingkat porositas melalui ini dilakukan pada tanah organosol, khususnya untuk perkebunan sayuran, laju infiltrasi tanah. Menggunakan metode simulasi dengan variabel populasi mikroba dapat diketahui tingkat konduktivitas elektrolit (EC) dan parameter lainnya. Metode ini menggunakan teknologi Smart Biosoildam (Biodam) yang dapat di simulasikan menyamai dengan proses sebenarnya (real time). Dari pengamatan grafik dan standar EC dapat diketahui bahwa kemampuan tanah untuk menurunkan tingkat asam dan meningkatkan kesuburan. Jenis tanah ini sampai hari ke 45 tingkat kesuburan tanah belum mencapai = 1500 uS/cm dengan populasi mikroba = 10^3 / cfu untuk mendukung masa pertumbuhan vegetatif maupun pada masa pertumbuhan generatif, sehingga kita akan mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan: pemulihan tanah melalui infiltrasi nutrisi , penanaman awal umbi/bunga/buah dapat mulai dikondisikan. hingga matang berdasarkan nilai gizi yang diamati melalui sensor yang mengubah parameter analog oleh mikrokontroler menjadi informasi digital yang dikirimkan melalui wifi secara real time. Kondisi awal sebelum simulasi nilai kesuburan tanah dengan parameter EC adalah 744 uS/cm, hasil simulasi adalah: Simulasi 1 : Kandungan hara untuk pertumbuhan generatif dicapai pada hari ke 27 dengan tingkat kesuburan = 1525 uS/cm dengan Populasi Mikroba 10^8 / cfu. Simulasi 2: Kandungan nutrisi untuk pertumbuhan generatif dicapai pada hari ke 42 pada tingkat kesuburan = 1500 uS / cm dengan populasi mikroba = 10^5 / cfu. Simulasi 3: kandungan nutrisi untuk pertumbuhan generatif tidak dapat diamati

Kata Kunci: *Biofarm, Biohole, Biosoildam, Electrolyte, Conductivity Infiltrasi, Keasaman Tanah, Mikroba, Microcontroler, Organosol.*

Abstract

This study aims to test the ability of Biofarm in soil layers in distributing nutrients and restoring soil health and fertility due to the use of chemical fertilizers and pesticides. Through microbial activity which is controlled by spreading through horizontal bioholes, through a microcontroller this research observes in a period of time the changes in: soil acidity, infiltration rate, electrolyte conductivity level and porosity level. . Using the simulation method with microbial population variables can be known the level of electrolyte conductivity (EC) and other parameters. This method uses Smart Biosoildam (Biodam) technology which can be simulated to match the actual process (real time). From chart observations and EC standards, it can be seen that the ability of the soil to reduce acid levels and increase fertility. This soil type until day 45 the soil fertility level has not reached = 1500 uS/cm with a

microbial population = 10^3 / cfu to support the vegetative growth period as well as the generative growth period, so we will know when is the right time to do: soil recovery through Infiltration of nutrients, early planting of tubers / flowers / fruit can be started to be conditioned. until cooked based on the nutritional value observed through sensors that convert analog parameters by the microcontroller into digital information sent via wifi in real time. The initial conditions before the simulation of soil fertility value with EC parameter is 744 uS/cm, simulation results are: Simulation 1: Nutrient content for generative growth is achieved on day 27 with fertility level = 1525 uS/cm with microbial population 10^8 / cfu. Simulation 2: Nutrient content for generative growth was achieved on day 42 at fertility rate = 1500 uS/cm with microbial population = 10^5 /cfu. Simulation 3: nutrient content for generative growth cannot be observed.

Keywords: *Biofarm, Biohole, Biosoildam, Electrolyte, Conductivity Infiltration, Soil Acidity, Microbes, Microcontroller, Organosol*

PENDAHULUAN

Infiltrasi adalah proses air yang mengalir ke dalam tanah yang umumnya berasal dari curah hujan, sedangkan laju infiltrasi adalah jumlah air yang masuk ke dalam tanah per satuan waktu (Nugroho Widiasmadi, 2019). Proses ini merupakan bagian yang sangat penting dari siklus hidrologi yang dapat mempengaruhi jumlah air yang ada di permukaan tanah. Air di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah kemudian mengalir ke sungai (Sunjoto, S., 2018). Tidak semua air permukaan mengalir ke dalam tanah, tetapi sebagian air tetap berada di lapisan tanah atas untuk selanjutnya diuapkan kembali ke atmosfer melalui permukaan tanah atau penguapan tanah (Suripin, 2018).

Kapasitas infiltrasi adalah kemampuan tanah untuk menyerap air dalam jumlah besar ke dalam tanah dan dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Nugroho Widiasmadi, 2020). Kapasitas infiltrasi yang besar dapat mengurangi limpasan permukaan. Pori-pori tanah yang mengecil, umumnya disebabkan oleh pemadatan tanah, dapat menyebabkan penurunan infiltrasi. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh pencemaran tanah (Nugroho Widiasmadi, 2020) akibat penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang berlebihan yang juga mengeraskan tanah. Smart-Biosoildam atau disingkat Biodam merupakan pengembangan teknologi Biodam yang melibatkan aktivitas mikroba dalam meningkatkan laju inflasi yang terukur dan terkendali. Aktivitas biologis melalui peran mikroba sebagai agen pengurai biomassa dan konservasi tanah menjadi informasi penting bagi upaya konservasi tanah dalam mendukung ketahanan pangan yang sehat (Nugroho Widiasmadi, 2019).

Pengembangan tersebut telah menggunakan mikrokontroler untuk secara efektif memantau aktivitas agen tersebut melalui parameter konduktivitas elektrolit sebagai input analog dari sensor EC yang tertanam di dalam tanah dan selanjutnya diubah menjadi informasi digital oleh mikrokontroler (Nugroho Widiasmadi, 2020). Untuk mengendalikan aktivitas agens hayati diperlukan variabel lain seperti informasi pH, kelembaban (M) dan suhu tanah (T) yang diperoleh dari sensor pH, sensor T, sensor M. Sensor-sensor ini terhubung ke mikrokontroler yang dapat diakses melalui pin yang berfungsi sebagai GPIO (General Port Input Output) di Modul ESP8266 sehingga memberikan kemampuan tambahan mikrokontroler berkemampuan WIFI untuk mengirim semua respons analog ke digital dalam real-time, setiap detik, menit, jam, hari dan bulanan. Selanjutnya data tersebut dapat kita tampilkan dalam bentuk tabel infografis dan numerik untuk disimpan dan diolah di WEB (Sigit Wasisto, 2018).

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan Biofarm hasil penemuan Dr. Ir. Nugroho Widiasmadi melalui pengamatan jumlah mikroba yang menyebar secara radial melalui biohole horizontal sebagai pusat penyebaran mikroba yang diamati secara real time menggunakan sensor parameter tanah. Penelitian ini sekaligus akan menunjukkan karakteristik tanah dalam kemampuannya meningkatkan kesuburan alam dan kemampuan menyuburkan tanah dari racun yang berasal dari pencemaran air dan udara.

BIOFARM

Adalah pupuk cair organik yang berasal dari limbah ternak cair dan sudah diproses melalui penguraian oleh MA11. Proses penguraian dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan hara mikro dan makro yang terdapat dalam meteri limbah padat tersebut. Proses ini berlangsung cepat hanya membutuhkan 5 s/d 7 hari



PEMBUATAN BIOFARM MA-11

Siapkan : 1 liter MA-11 + 100 liter urine murni min 10.000 uS/cm (tidak boleh tercampur bahan lain seperti air dll) + 1 kg gula pasir.

Ketiga bahan diaduk merata dimasukkan dalam jrigen atau tong plastik ditutup rapat disimpan dalam ruang selama 7 hari dengan ukuran min 15.000 uS/cm

Penelitian dilakukan pada lahan organosol yang selama puluhan tahun menjadi sumber mata pencaharian masyarakat Desa Sei Kapitan Kecamatan Kumai Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah. Pengelolaan lahan tidak memiliki konservasi tanah dan air. Orang-orang menggunakan pupuk kimia & pestisida secara berlebihan yang mengeraskan tekstur tanah, mengasamkan tanah dan menurunkan hasil panen. Lahan pertanian yang mengeras juga memicu banjir, karena kemampuan tanah untuk menyerap berkurang. Penelitian yang berlangsung pada Mei–Oktober 2020 ini bertujuan untuk mengembalikan daya dukung lahan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Mikrokontroler Arduino UNO, Wifi ESP8266, Sensor parameter tanah : Suhu (T) DS18B20, Kelembaban (M) V1.2, Electrolit Conductivity (EC) G14 PE, Acidity pH) Tipe SEN0161-V2, LCD modul pengontrol HD44780, Biohole sebagai Injector untuk Biosolidam, Biofertilizer Mikrobial Alfafa MA-11, sedotan red union sebagai sarang mikroba, Abney level, Double Ring Infiltrrometer, Erlemeyer, penggaris, Stop watch, ember plastik, tally sheet, gelas ukur, skala mikro, hidrometer dan air.

Menentukann Area Amatan & Posisi Sensor

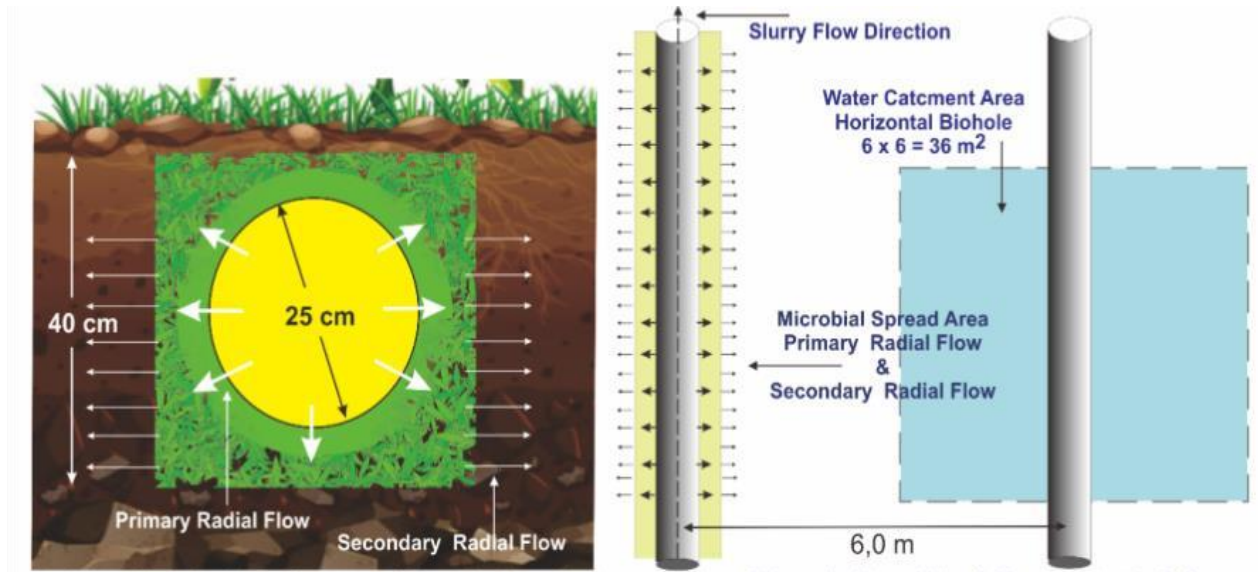
Untuk menentukan koordinat amatan (plot) dan sensor, penelitian ini menggunakan sebaran sampling pada berbagai jarak: 1,5; 2; 3 meter dari pusat Biohole dengan diameter 1 meter sebagai pusat penyebaran radial agen hayati Mikrobial Alfafa MA-11 melalui proses injeksi air. Laju infiltrasi dan distribusi agen biologis secara radial radial dapat dikontrol secara real-time melalui sensor pengukuran dengan parameter: EC/ion garam (makronutrien), pH, kelembaban dan suhu tanah. Dan sebagai kontrol berkala, laju infiltrasi dengan Double Ring Infiltrrometer pada variabel jarak dari pusat Biohole diukur secara manual. Selanjutnya, sampel tanah juga diambil untuk dianalisis karakteristiknya, seperti tekstur tanah, kandungan bahan organik dan bulk density (Douglas, M.G. 2018).



Gambar 1 A : Double Ring Infiltrrometer & Sensors



Gambar 1 B : Pemasangan “Double Ring Infiltrometer”



Gambar 2. Penyebaran & Struktur Biohole

Proses Perhitungan

1. Debit Penghantar

Inovasi Smartbioildam menggunakan debit limpasan sebagai media distribusi agen hayati melalui inlet/inflow *Biohole* sebagai pusat distribusi populasi mikroba dengan air. Perhitungan debit limpasan sebagai dasar rumus Inflow Bioildam memerlukan tahapan sebagai berikut:

- Melakukan analisis curah hujan,
- Menghitung luas daerah tangkapan air, dan
- Menganalisis lapisan tanah/batuan.

Struktur bioildam dapat dibuat dengan lubang-lubang pada lapisan tanah tanpa atau menggunakan pipa air/pipa dengan lapisan berlubang yang memungkinkan mikroba menyebar secara radial. Kita dapat menghitung debit yang masuk ke dalam biohole sebagai fungsi dari karakteristik daerah tangkapan dengan rumus rasional:

$$Q = 0,278 CIA \quad (1)$$

Dimana C adalah nilai koefisien limpasan, I adalah curah hujan dan A adalah luas (Sunjoto, S. 2018). Berdasarkan rumus tersebut, Tabel tersebut menyajikan hasil debit limpasan.

2. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses masuknya air dari permukaan tanah ke dalam tanah. Ini umumnya digunakan dalam ilmu hidrologi dan tanah. Kapasitas infiltrasi didefinisikan sebagai laju infiltrasi maksimum. Hal ini paling sering diukur dalam meter per hari tetapi juga dapat diukur dalam satuan

jarak lain dari waktu ke waktu jika perlu. Kapasitas infiltrasi menurun dengan meningkatnya kadar air tanah lapisan permukaan tanah. Jika laju presipitasi melebihi laju infiltrasi, limpasan biasanya akan terjadi kecuali ada penghalang fisik. Infiltrometer, permeameter, dan simulator curah hujan adalah semua perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur laju infiltrasi. Infiltrasi disebabkan oleh beberapa faktor termasuk; gravitasi, gaya kapiler, adsorpsi dan osmosis. Banyak karakteristik tanah juga dapat berperan dalam menentukan laju terjadinya infiltrasi.

Penyebaran mikroba sebagai agen pengurai biomassa dapat dikendalikan melalui perhitungan laju infiltrasi pada radius titik dari Biohole sebagai pusat penyebaran mikroba. dengan menggunakan metode Horton. Horton mengamati bahwa infiltrasi dimulai dari nilai standar f_0 dan menurun secara eksponensial ke kondisi konstan f_c . Salah satu persamaan infiltrasi paling awal yang dikembangkan oleh Horton adalah:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (2)$$

Di mana :

k adalah reduksi konstan ke dimensi $[T^{-1}]$ atau laju infiltrasi menurun konstan. f_0 adalah kapasitas laju infiltrasi pada awal pengukuran. f_c adalah kapasitas infiltrasi konstan yang tergantung pada jenis tanah.

Parameter f_0 dan f_c diperoleh dari pengukuran lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda. Parameter f_0 dan f_c merupakan fungsi dari jenis dan tutupan tanah. Tanah berpasir atau berkerikil nilainya tinggi, sedangkan tanah lempung gundul nilainya kecil, dan untuk permukaan tanah berumput (gambut) nilainya meningkat (Nugroho Widiasmadi 2019). Data perhitungan infiltrasi hasil pengukuran pada 15 menit pertama, 15 menit kedua, 15 menit ketiga dan 15 menit keempat pada masing-masing jarak dari pusat Biohole dikonversikan dalam satuan cm/jam dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju infiltrasi} = (\Delta H/t \times 60) \quad (3)$$

dimana: H = penurunan ketinggian (cm) dalam selang waktu tertentu, T = selang waktu yang dibutuhkan air dalam H untuk masuk ke dalam tanah (menit) (Huang, Z, dan L Shan.2017). Pengamatan ini dilakukan setiap 3 hari sekali selama satu bulan.

3. Populasi Mikroba

Analisis ini menggunakan agens hayati MA-11 yang telah diuji oleh Laboratorium Mikrobiologi Universitas Gadjah Mada berdasarkan standar Peraturan Menteri: No 70/Permentan/SR.140/10 2011, meliputi:

Tabel 1: Analisa Microba

No	Population Analysis	Result	No	Population Analysis	Result
1	Total of Micobes	18,48 x 108cfu	8	Ure-Amonium-Nitrat Decomposer	Positive
2	Selulolitik Micobes	1,39 x 108cfu	9	Patogenity for plants	Negative
3	Proteolitik Micobes	1,32 x 108cfu	10	Contaminant E-Coly & Salmonella	Negative
4	Amilolitik Micobes	7,72 x 108cfu	11	Hg	2,71 ppb
5	N Fixtation Micobes	2,2 x 108cfu	12	Cd	<0,01 mg/l
6	Phosfat Micobes	1,44 x 108cfu	13	Pb	<0,01 mg/l
7	Acidity	3,89	14	As	<0,01 ppm

Aplikasi di Biosoildam adalah mengkonsentrasikan mikroba ke dalam "media populasi", sebagai sumber kondisioner tanah untuk meningkatkan laju infiltrasi dan memulihkan kesuburan alam.

4. Parameter Pengamatan

Faktor penting yang mempengaruhi penyerapan unsur hara (EC) oleh akar tanaman adalah derajat keasaman tanah (pH tanah), suhu (T) dan kelembaban (M). Tingkat Keasaman Tanah (pH) sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Boardman, C. R. dan Skrove, J.W., 2016).

Aktivitas mikroba sebagai penyumbang nutrisi tanah dari hasil dekomposisi biomassa dapat dikontrol melalui tingkat salinitas larutan nutrisi yang dinyatakan melalui konduktivitas serta parameter lain sebagai input analog. Konduktivitas dapat diukur dengan menggunakan EC, Elektrokonduktivitas atau aliran konduktivitas elektrik (EC) yang merupakan kepadatan nutrisi dalam larutan. Semakin pekat larutan, semakin besar pengiriman arus listrik dari kation (+) dan anion (-) ke anoda dan katoda EC meter. Dengan demikian, itu menghasilkan EC yang lebih tinggi. Satuan pengukuran EC adalah mS/cm (millisiemens) (John M Lafle, PhD, Junilang Tian, Profesor ChiHua Huang, PhD, 2017).

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang memiliki 14 pin digital, dimana terdapat 6 pin yang digunakan sebagai output Pulse Width Modulation atau PWM yaitu pin D.3, D.5, D.6, D.9, D.10, D.11, dan 6 pin input analog untuk elemen parameter tanah ini yaitu EC, T, pH, M. Input analog pada Arduino Uno menggunakan bahasa C dan untuk pemrogramannya menggunakan software yang kompatibel untuk semua jenis Arduino (Samuel Greengard 2017).

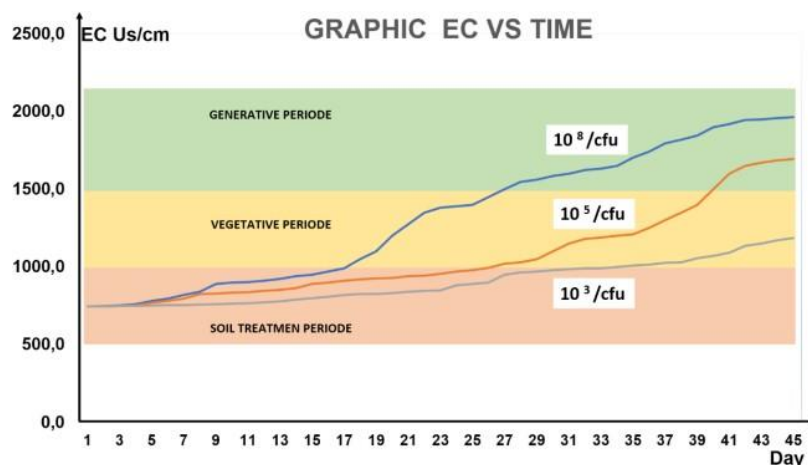
Mikrokontroler Arduino Uno dapat memfasilitasi komunikasi antara Arduino Uno dengan komputer termasuk smartphone. Mikrokontroler ini menyediakan fasilitas USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter) yang terletak pada pin D.0 (Rx) dan pin D.1 (Tx). (Klaus Schwab, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas rancangan curah hujan ditentukan dengan menggunakan data curah hujan dari Stasiun Palangkaraya tahun 2012-2018 Analisis statistik dilakukan untuk menentukan tipe sebaran yang digunakan, yang dalam penelitian ini adalah Log Person III. Pengecekan distribusi peluang hujan dapat diterima atau tidak dihitung dengan menggunakan uji Chi Square dan uji Kolmogorov Smirnov. Selanjutnya, intensitas hujan rencana dihitung dengan menggunakan rumus mononobe.

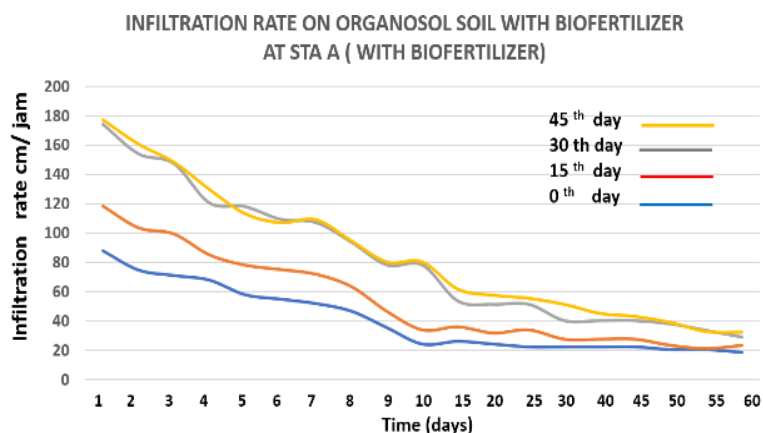
Debit rencana sebagai katalis mikroba MA-11 menggunakan intensitas curah hujan selama 1 jam karena diperkirakan durasi curah hujan paling dominan di daerah penelitian adalah 1 jam. Koefisien limpasan untuk berbagai koefisien aliran permukaan adalah 0,70 – 0,95 (Suripin 2018), sedangkan dalam penelitian ini kami menggunakan nilai koefisien aliran terkecil yaitu 0,70.

Debit rencana memiliki daerah tangkapan air yang bervariasi, antara 9 m² sampai dengan 110m²



dengan hubungan yang proporsional. Semakin besar plot, semakin besar debit rencana yang dihasilkan sebagai inflow biohole. Kedalaman Biohole di daerah penelitian pada kala ulang 25 tahun berkisar antara 0,80 m sampai 1,50 m. Volume penyerapan akan menentukan kapasitas maksimum air yang terkandung dalam Biohole. Semakin besar volume Biohole, semakin besar wadah airnya. (Nugroho Widiasmadi, 2019).

Gambar 3. Grafik EC Vs Waktu



Gambar 4. Grafik Laju Infiltrasi

Tabel 2 : Peningkatan EC per Populasi Microbial

Tabel 2 : Peningkatan EC per Populasi Microbial							
TIME (DAY)	EC (uS/cm)			TIME (DAY)	EC (uS/cm)		
	POPULATION				POPULATION		
	10 ⁸ /cfu	10 ⁵ /cfu	10 ³ /cfu		10 ⁸ /cfu	10 ⁵ /cfu	10 ³ /cfu
1	700	700	700,8	24	1251,8	972	804,8
2	720	705	702,4	25	1262,8	979,2	816
3	750	735	704	26	1276	986,4	820,8
4	780	750	704	27	1298	995,4	832
5	795	760	707,2	28	1309	1006,2	838,4
6	830	790	708,8	29	1320	1017	844,8
7	870	817,2	710,4	30	1342	1024,2	848
8	900	826,2	712	31	1353	1036,8	856
9	950	828	715,2	32	1372,8	1054,8	860,8
10	970	833,4	718,4	33	1381,6	1062	864
11	990	837	720	34	1397	1076,4	873,6
12	1010	846	728	35	1441	1080	880
13	1040	851,4	732,8	36	1474	1090,8	884,8
14	1089	864	744	37	1518	1098	888
15	1135,2	882	752	38	1540	1101,6	892,8
16	1155	891	760	39	1562	1107	896
17	1166	896,4	771,2	40	1606	1110,6	905,6
18	1177	907,2	776	41	1623,6	1112,4	912
19	1188	925,2	777,6	42	1645,6	1112,4	921,6
20	1199	936	782,4	43	1650	1114,2	928
21	1207,8	941,4	792	44	1656,6	1116	934,4
22	1221	957,6	796,8	45	1661	1116	936
23	1243	968,4	800				

Simulasi kesuburan tanah organosol berdasarkan jumlah populasi mikroba dengan: Variabel 1 = Populasi Mikroba 10⁸ / cfu., Variabel 2 = Populasi Mikroba 10⁵ / cfu. & Variabel 3 = Populasi Mikroba 10³ / cfu. Kandungan nutrisi awal sebelum simulasi menggunakan parameter Electrolyte Conductivity (EC) adalah 744 uS/cm. Kondisi hara tanah akan diperbaiki berdasarkan standar pertanian total organik, yaitu pertumbuhan tanaman (masa vegetatif) yang membutuhkan hara tanah minimal 1000 uS/cm dan masa pemupukan (masa generatif) yang membutuhkan hara tanah minimal 1500 uS/cm.

Hasil simulasi berdasarkan variabel jumlah populasi mikroba yang dihasilkan:

1. Simulasi A: masa vegetatif dicapai pada hari ke-18 dengan tingkat kesuburan = 1050 uS/cm dan pada masa generatif dicapai pada hari ke-27 dengan tingkat kesuburan (Elektrolit Konduktivitas) = 1525 uS / cm . Aktivitas peningkatan ini dipacu oleh mikroba dengan populasi = 10⁸/cfu. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar hara optimal adalah 9 hari.
2. Simulasi B : masa vegetatif) dicapai pada hari ke-27 dengan angka fertilitas = 1020 uS/cm dan pada masa generatif dicapai pada hari ke-42 dengan angka fertilitas = 1500 uS / cm . Aktivitas peningkatan ini dipacu oleh mikroba dengan populasi = 10⁵/cfu. Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar nutrisi optimal adalah 15 hari
3. Simulasi C : masa vegetatif) dicapai pada hari ke 34 dengan tingkat fertilitas = 1015 uS/cm dan pada masa generatif tidak dapat diamati karena pada pengamatan sampai hari ke 45 daya hantarelektrolit tidak mencapai = 1500 uS / cm. Aktivitas peningkatan ini dipicu oleh mikroba dengan populasi = 10³ / cfu.
4. Parameter tanah tersebut di atas dapat dikontrol dengan laju infiltrasi, dimana grafik laju infiltrasi menunjukkan nilai konstan pada tingkat 20 sampai 80 cm/jam dicapai setelah 25 hari dengan nilai berkisar antara 450 sampai 650 uS/cm. Aktivitas agen hayati pada tanah organosol dengan tingkat infiltrasi akan optimal pada hari ke-40.

SIMPULAN

Dalam proses pengimplementasian, langkah-langkah yang dilakukan dalam supervisi dalam masa pandemi Covid-19 sebisa mungkin tetap terlaksana, agar bagaimanapun supervisi tetap menjadi alat yang efektif dalam upaya perbaikan pembelajaran guru serta agar kualitas pembelajaran tetap terjamin. Aspek-aspek yang berbeda tentunya menyesuaikan dengan apa yang sedang terjadi, seperti di masa pandemi. Semua aspek yang terlihat dalam skema pembahasan harapannya menjadikan supervisi yang tetap efektif meskipun dalam situasi yang sangat berbeda dengan keterbatasan untuk bertatap muka. Tak hanya perencanaan dan pelaksanaan saja yang terpenting, tetapi tindak lanjut juga merupakan bagian dari siklus pelaksanaan supervisi untuk menuju supervisi yang efektif. pelaksanaan tindak lanjut supervisi juga menjadi hal utama, baik bagi guru sendiri maupun kepala sekolah. Maka dari itu tindak lanjut ini perlu direncanakan, dilakukan, dan dievaluasi oleh kepala sekolah agar supervisi benar-benar dapat memberikan dampak positif bagi guru untuk lebih termotivasi dalam memperbaiki kinerjanya terutama dalam mengelola kelas dan melaksanakan kegiatan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Karimulah, & Nur Ittihadatul Ummah. (2021). Pelaksanaan Supervisi Akademik Kepala Madrasah Sebagai Upaya Meningkatkan Profesionalisme Guru Untuk Memotivasi Belajar Siswa MTs Muqoddimatul Akhlak Curah Wungkal Silo Jember. *Southeast Asian Journal of Islamic Education Management*, 3(1), 13–34. <https://doi.org/10.21154/sajiem.v3i1.74>
- Ambarwati, S. (2021). Implementasi Supervisi Akademik Dan Kesehatan Sekolah Pada Masa Pandemi Covid19 Di SDN Bener 01 Tahun Pelajaran 2020/2021. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.25273/florea.v8i1.9270>
- April, D., & Bouchamma, Y. (2015). Teacher supervision practices and principals' characteristics. *Alberta Journal of Educational Research*, 61(3), 329–346.
- Arif, A. Z., & Setiyowati, A. (2022). *Pelaksanaan Supervisi Akademik Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Sekolah Dasar*. 6, 121–140.
- Berliani, T., & Rina Wahyuni, Rika Lenny, S. (2020). *Implementasi Supervisi Akademik Dalam Rangka Peningkatan Profesionalisme Guru Masa Pandemi Covid 19*. (2008), 62–67.

- Bouchamma, Y., & Basque, M. (2012). Supervision Practices of School Principals: Reflection in Action. *US-China Education Review*, 7, 627–637. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=ED535512>
- Dwikurnaningsih, Y., & Hartana, N. (2018). Supervisi Akademik Melalui Pendekatan Kolaboratif Oleh Kepala Sekolah Dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Di SD. *Kelola: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 34(2), 101–111.
- Glickman, C.D., Gordon, S. P., & Ross-Gordon, J. M. (2014). *Supervision and Instructional Leadership a Development Approach*. Pearson Education.
- Habibi, G., Mandasari, M., Rukun, K., & Hadiyanto, H. (2020). *E-Supervision Using Web: Elementary School Teachers' Reaction*. 3(2018), 25–30. <https://doi.org/10.32698/tech3230>
- Karmila, N., & Suchyadi, Y. (2020). Supervisi Pendidikan Di Sekolah Alam Bogor. *JPPGuseda | Jurnal Pendidikan & Pengajaran Guru Sekolah Dasar*, 3(1), 31–33. <https://doi.org/10.33751/jppguseda.v3i1.2011>
- Kementrian Pendidikan Nasional Republik Indonesia. (2007). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2007 Tentang Standar Kepala Sekolah/Madrasah* (p. 2). p. 2. Retrieved from <https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/bsnp/Permendiknas13-2007StandarKepalaSekolahMadrasah.pdf>
- Musonip Saputro, M Fathoni, Minnah El Widdah, & Suryawahyuni Latief. (2022). Supervisi Pendidikan Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Madrasah Tsanawiyah Darul Ulum. *Jurnal Pendidikan Islam*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.37286/ojs.v8i1.126>
- Mustari, M. (2022). Supervisi Kepala Sekolah dalam Meningkatkan Kompetensi Pedagogi di Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(3), 2296–2303. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i3.1963>
- Nabila, M. N., Haq, M. S., Pendidikan, M., Pendidikan, F. I., & Surabaya, U. N. (2021). *Peran Kepala Sekolah Sebagai Supervisor Akademik Dalam Memperbaiki Kompetensi Profesional Guru Di Masa Pandemi Covid-19*.
- Pambudi, B. A., & Gunawan, I. (2020). *The Effect of Learning Leadership, Academic Supervision, and Teacher Skills on Teacher Performance Effectiveness*. 501(Icet), 1–5. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.202>
- Pohan, M. M. (2020). Implementasi Supervisi Akademik Kepala Madrasah di Masa Pandemi Covid 19. *Idarah (Jurnal Pendidikan Dan Kependidikan)*, 4(2), 195–208. <https://doi.org/10.47766/idadrah.v4i2.1083>
- Ridha Albiy, Sufyarma Marsidin, R. (2022). *Implementasi Supervisi Akademik Pimpinan MAN 1. 8848*(1), 177–188.
- Sulaeman, D. (2018). Manajemen Supervisi Akademik Dalam Meningkatkan Kinerja Guru. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & ...)*, 6(2016), 4747–4753. Retrieved from <http://www.journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/626%0Ahttp://www.journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/download/626/280>
- Utaminingsih, S., & Pratama, H. (2022). Implementation of School Principal Academic Supervision During the COVID-19 Pandemic in Learning. *ICCCM Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(1), 29–36. <https://doi.org/10.53797/icccmjssh.v1i1.5.2022>